

**КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И НЕФТЕГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Кафедра палеонтологии и стратиграфии

С.О. ЗОРИНА

Учебно-методическое пособие

**ГЕОХРОНОЛОГИЯ И ПРОБЛЕМЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ
ШКАЛЫ**

(Материалы к лекциям. Практические задания)

Казань – 2015

УДК 550.93+551.7.02`03(100)(083.75)

*Принято на заседании кафедры палеонтологии и стратиграфии
Протокол № 6 от 1 июня 2015 г.*

Рецензенты:

кандидат геолого-минералогических наук,
заведующий кафедрой палеонтологии и стратиграфии **В.В. Силантьев**
кандидат геолого-минералогических наук,
ведущий научный сотрудник ФГУП «ЦНИИгеолнеруд» **Н.И. Афанасьева**

Зорина С.О.

Геохронология и проблемы Международной стратиграфической шкалы. (Материалы к лекциям. Практические задания) /
С.О. Зорина. – Казань, 2015. – 40 с.

Учебно-методическое пособие предназначено для лекционных и практических занятий с магистрантами Института геологии и нефтегазовых технологий Казанского (Приволжского) федерального университета, обучающимися по направлению подготовки «Геология», профилю – «Стратиграфия». В первой части пособия кратко изложен лекционный и вспомогательный материал, необходимый магистрантам для успешного освоения материала по курсу. Во второй части приведены задания по практической части курса. Основные разделы пособия составлены с привлечением авторских теоретических разработок, практических примеров и актуальных стратиграфических материалов, опубликованных на сайте Международной комиссии по стратиграфии. Приведены темы рефератов и контрольные вопросы для подготовки к зачету.

© Зорина С.О., 2015

© Казанский университет, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

Часть 1. Материалы к лекциям.....	4
Лекция 1. Время в стратиграфии: принцип хронометрии, взаимоотношение принципов Стенона и Головкинского. Определения и виды хроностратиграфических подразделений по Международному стратиграфическому справочнику, по Стратиграфическому кодексу. Основное рабочее подразделение хроностратиграфии.....	4
Лекция 2. Геохронометрические методы. Метод молекулярных часов...	9
Лекция 3. Шкала геологического времени: методика построения. Руководящее корреляционное событие. Диахронность границ.....	13
Лекция 4. «Золотые гвозди» и проблемы Международной стратиграфической шкалы	24
Библиографический список	34
Часть 2. Практические задания.....	34
Задание 1-2.....	35
Задание 3.....	36
Задание 4.....	37
Задание 5.....	38
Задание 6.....	38
Задание 7.....	38
Задание 8.....	38
Задание 9.....	39
Задание 10.....	39
Вопросы контрольной работы.....	40
Вопросы к зачету.....	40

ЧАСТЬ 1. МАТЕРИАЛЫ К ЛЕКЦИЯМ

Лекция 1. Время в стратиграфии: принцип хронометрии, принцип Стенона, закон Головкинского. Взаимоотношение принципов Стенона и Головкинского. Определения и виды хроностратиграфических подразделений по Международному стратиграфическому справочнику, по Стратиграфическому кодексу. Основное рабочее подразделение хроностратиграфии.

В стратиграфии время выступает в качестве основного организующего начала, т.к. все стратиграфические выводы имеют смысл постольку, поскольку они решают вопрос об одновременности или последовательности геологических событий.

Принцип хронометрии опирается на систему внешнего отсчета. В системе геологических исследований хронометрия представлена геохронометрией, в основе которой лежит закон Н.А. Головкинского.

В основе закона Головкинского, или принципа разновозрастности граничных поверхностей осадочных геологических тел, лежит положение о одновременности образования литологически однородных слоев, установленное Николаем Алексеевичем Головкинским в 1868 по результатам изучения пермской формации Камско-Волжского бассейна (Основы стратиграфии, 2010; Прозоровский, 2010). Разновозрастность различных частей одного и того же слоя обусловлена самим механизмом слоеобразования в условиях перемещения береговой линии бассейна осадконакопления (рис. 1). Н.А. Головкинский указал на необходимость отличия понятий о хронологическом, стратиграфическом, петрографическом и палеонтологическом горизонтах. При этом хронологические горизонты косвенно пересекают все другие.

Разновозрастность отдельного слоя часто не может быть установлена практически и поэтому не всегда имеет существенное значение для стратиграфии, в этих случаях ей можно и пренебречь. Однако с разновозрастностью мощных осадочных комплексов, состоящих из большого числа слоев, необходимо считаться.

В литературе встречается следующая формулировка данного принципа: *границные поверхности геологических тел (например, кровля слоя) не являются вполне изохронными на всем протяжении, причем скорость изменения возраста этих поверхностей возрастает в направлении, перпендикулярном береговой линии бассейна* (Степанов, Месежников, 1979).

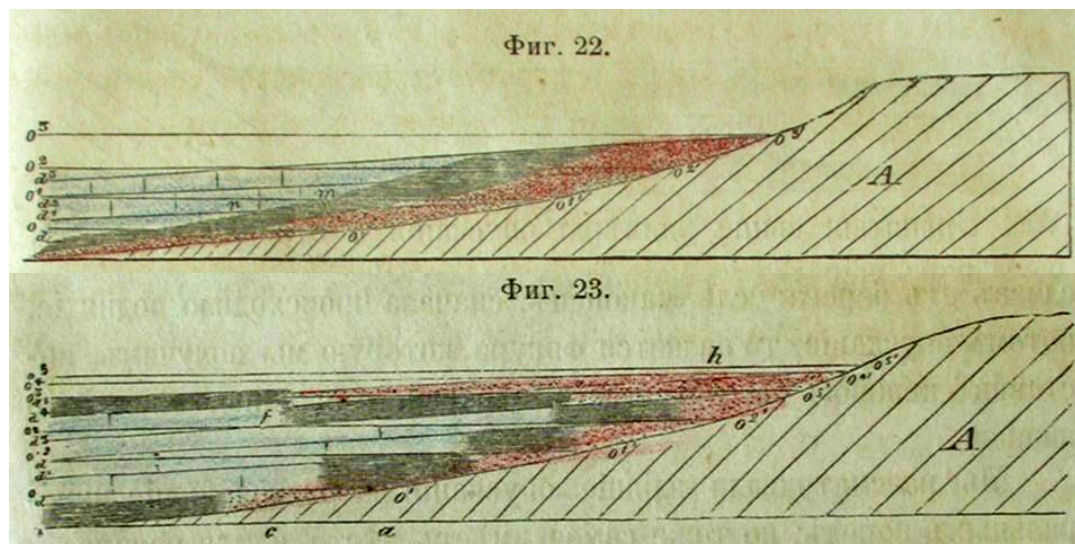


Рис. 1. Рисунки из книги Н.А. Головкинского «О пермской формации Центральной части Волжско-Камского бассейна» (1868). На фиг. 23 изображена «чечевица» Головкинского.

Исходя из учения об образовании слоя, в каждом слое можно считать строго синхроничными только те его участки, которые отлагались параллельно береговой линии.

Принцип Н. Стенона, или принцип последовательности образования геологических тел, заключается в том, что относительный возраст двух контактирующих геологических тел осадочного генезиса определяется их первичными пространственными соотношениями. Согласно Н. Стенону, при ненарушенном залегании горных пород каждый нижележащий слой древнее покрывающего слоя. Этот принцип переводит пространственное отношение геологических тел (ниже/выше) во временное отношение (древнее/моложе).

Нильс Стенсон, больше известный как Николаус Стенон – датский геолог, палеонтолог, кристаллограф, анатом и философ (натуралист), который основные геологические выводы изложил в диссертации «О твердом, естественно содержащемся в твердом», опубликованной во Флоренции в 1669 г. Этот год стал годом рождения науки геологии и, в частности, стратиграфии.

Однако через 200 лет (в 1868 г.) Н.А. Головкинский указывал на возможность применения принципа Стенона только в пределах очень ограниченной местности в силу того, что нижние границы литостратонов испытывают возрастное скольжение.

Хроостратиграфические подразделения (Международный Стратиграфический Справочник, 1978)

Хроостратиграфические подразделения – это совокупность пород, как слоистых, так и неслоистых, которые сформировались в течение определенного интервала геологического времени. Подразделения геологического времени, в течение которых сформировались хроостратиграфические подразделения, называются *геохронологическими подразделениями*.

Хроостратиграфия – раздел стратиграфии, который изучает временные соотношения и возраст совокупностей пород.

Хроостратиграфическая классификация – организация пород в подразделения на основе их возраста или времени образования.

Целью хроостратиграфической классификации является организация пород, образующих земную кору, в подразделения, имеющие собственные названия (хроостратиграфические подразделения), соответствующие интервалам геологического времени (геохронологические подразделения) и служащие основой временной корреляции и системы регистрации событий геологической истории.

Хроостратиграфическое подразделение – совокупность образований, которая включает все породы, сформировавшиеся за определенный промежуток времени. Хроостратиграфические подразделения ограничены синхронными горизонтами. Ранг и относительная величина подразделений в хроостратиграфии

графической иерархии определяются продолжительностью временного интервала, который они отражают, а не их физической мощностью.

Хроостратиграфический горизонт (хроногоризонт) – стратиграфическая поверхность или плоскость, которая является повсеместно одновозрастной.

Международный стратиграфический справочник рекомендует следующие официальные хроостратиграфические термины и геохронологические эквиваленты для обозначения подразделений различного ранга и временного объема. Принята следующая иерархия официальных хроостратиграфических и геохронологических терминов. Хроостратиграфические: Эонотема – Эратема – Система – Серия (Отдел) – Ярус – Подъярус; Геохронологические: Эон – Эра – Период – Эпоха – Век – Подвек.

Ярус (век). Ярус назван основным рабочим подразделением хроостратиграфии, так как он соответствует по своему рангу и объему целям внутрирегиональной хроостратиграфической классификации. Ярус включает все породы, сформировавшиеся в течение века. Ярус – это подразделение наименьшего ранга в хроостратиграфической иерархии, которое может быть выделено в глобальном масштабе. Он является подразделением серии (отдела). Ярус определяется по стратотипам его границ в разрезах, которые внутри непрерывной стратиграфической последовательности отложений, предпочтительно морских, содержат обозначенную точку, выбранную для потенциальной корреляции.

Обратимся к **Стратиграфическому Кодексу России** (2006) (СК – 2006). В нем нет отдельно выделенных хроостратиграфических подразделений. Стратиграфическим кодексом предусмотрены две группы стратиграфических подразделений – основные и специальные.

Среди основных терминов СК – 2006 упомянуты следующие: **стратотип стратиграфической границы, точка глобального стратотипа границы и шкала геологического времени.**

Стратотип стратиграфической границы (лимитотип) – выбранный в качестве эталонного разрез, в котором фиксируется положение нижней границы стратона.

Точка глобального стратотипа границы (global stratotype section and point) – точка, выбранная в конкретном разрезе толщи пород и в определенном географическом районе, являющаяся стандартом для определения нижней границы каждого подразделения Общей стратиграфической шкалы.

Шкала геологического времени (Геохронометрическая шкала) – последовательный ряд датировок нижних границ общих стратиграфических подразделений, выраженных в годах и вычисленных с помощью изотопных и других методов.

В опубликованном Международной комиссией по стратиграфии (МКС) варианте Международной стратиграфической шкалы (МСШ) – **Шкале геологического времени** – 2004 (ШГВ–2004) фактически предложены новые правила проведения ярусных границ в осадочных бассейнах. В понятие «ярус» вложен однозначный хронологический смысл. Его начало определяется конкретной временной датой, которая закреплена «золотым гвоздем» в стратотипе ярусной границы. Прослеживание ярусной границы рекомендуется проводить с применением **руководящего корреляционного события** (principal correlative event).

Контрольные вопросы

1. Время в стратиграфии: принцип хронометрии, взаимоотношение принципов Стенона и Головкинского.
2. Определения и виды хроностратиграфических подразделений по Международному стратиграфическому справочнику.
3. Основное рабочее подразделение хроностратиграфии.
4. Определения хроностратиграфических терминов по Стратиграфическому Кодексу - 2006

Лекция 2. Геохронометрические методы. Метод молекулярных часов

Первым широко используемым методом определения абсолютного (физического) возраста геологических образований следует, вероятно, считать метод определения возраста по ленточным глинам. Пользуясь этим методом, геологи установили, что последний ледник покинул территорию Ленинградской области 16,5 тыс. лет назад, а Скандинавию всего 8–9 тыс. лет.

Геохронометрические методы.

Геохронометрические методы объединяют приемы, определяющие в стандартных единицах физического времени (в годах) удаленность образования геологических объектов от современности или продолжительность их существования. Для определения так называемого абсолютного возраста (устаревший термин) применяются изотопные, или радиометрические, или изотопно-геохронометрические методы. Они основаны на особенности радиоактивных химических элементов, входящих в состав многих минералов, преобразовываться в их стабильные изотопы с постоянной скоростью, свойственной каждому элементу. Устанавливая соотношение мобильных и стабильных изотопов в анализируемой пробе, можно определить в единицах астрономического времени удаленность образования радиоактивного элемента и, соответственно, возраст породы, в строении которой принимает участие исследуемый минерал.

Определение возраста горных пород явилось первым практическим применением процесса радиоактивного распада, открытого А. Беккерелем. Уже в 1902 г. П. Кюри показал, что это явление дает человеку меру времени, а в 1904 г. Э. Резерфорд и Б. Болтвуд доказали постоянство отношений U/Ra и U/Th в земных телах. Исследования А. Холмса заложили основу методики определения геологического возраста пород по изотопам и привели к созданию первой геохронологической шкалы.

В настоящее время изотопные методы основаны на распаде тех радиоактивных элементов, которые преобладают в земной коре. Из приблизительно 1600 природных и искусственных изотопов только 272 стабильны. Для опреде-

ления возраста используются долгоживущие радиоактивные изотопы. Применение этих методов корректно лишь при двух допущениях: 1) скорость радиоактивного распада неизменна в течение всей геологической истории, 2) все устойчивые изотопы образовались в анализируемом минерале только за счет распада исходных радиоактивных изотопов. Данное допущение непосредственно проверить невозможно, его можно лишь проконтролировать путем сравнения с результатами определения возраста того же объекта другими методами.

Наиболее применимые в геологической практике методы изотопного определения возраста следующие.

Калий-аргоновый метод. Используется для магматических и метаморфических пород по минералам, содержащим калий (слюды, полевые шпаты, роговые обманки, пироксены), для осадочных пород – по глаукониту. Глауконит предварительно должен быть исследован на предмет отсутствия изменений вторичными процессами. Смысл анализа измененного глауконита отсутствует, т.к. будет определен возраст перехода глауконита в измененное состояние, а не возраст образования породы. Погрешность метода составляет 4%. Наиболее надежным считается для среднепалеозойских и кайнозойских образований.

Рубидий-стронциевый метод. Метод основан на распаде рубидия с превращением его в стронций: $^{87}\text{Rb} \rightarrow ^{87}\text{Sr}$. Для анализа используются слюды: биотит, мусковит, лепидолит. Метод может применяться по всей породе (используется совокупность всех минералов породы). Применим в основном для анализа докембрийских пород, т. к. рубидий имеет очень длительный период полураспада (время, в течение которого от радиоактивного элемента остается только половина его массы) равный 50 млрд лет. Для сравнения приведем периоды полураспада некоторых других радиоактивных элементов: ^{147}Sm – 106 млрд лет; ^{232}Th – 13,9 млрд лет; ^{238}U – 4,51 млрд лет; ^{235}U – 710 млн лет; ^{40}K – 1,31 млрд лет; ^{14}C – 5,5–6 тыс. лет. Рубидий-стронциевым и самарий-неодимовым методами были определены самые древние породы на Земле в Западной Австралии (4,1–4,2 млрд лет), Западной Гренландии (3,8 млрд лет) и возраст пород Луны (4,5 млрд лет).

Свинцовый метод. Используется преимущественно для датировок докембрийских пород в двух вариантах: *свинцово-изотопном и свинцово-изохронном*. При первом варианте исследуются минералы, содержащие уран и торий: уранинит, настуран, монацит, циркон, ортит, колумбит и др. Погрешность составляет 5%. Во втором варианте исследуют породы: гнейсы, кристаллические сланцы, мраморы, джеспиллиты, известняки. Возраст получается по четырем изотопным отношениям: $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$, $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$, $^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$, $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$. Совпадения результатов свидетельствуют о их достоверности. Наиболее близки к истинным значениям отношения $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ для докембрия, остальные – для фанерозоя.

Уран-свинцовый изохронный метод в настоящее время считается наиболее точным (погрешность – доли %).

Радиоуглеродный метод. Применяется только для позднего плейстоцена – голоцена, от 1 до 60 000 лет. Этим методом исследуются объекты органической природы: древесина, древесный уголь, торф, кости, раковины, сталактиты, в которых содержится естественный радиоуглерод ^{14}C . Погрешность метода – 5%.

В настоящее время разрабатываются калий-кальциевый и уран-ксеноновый методы датировок докембрийских образований. Кроме того, ведется работа по применению почти по всем перечисленным методам нейтронно-активационных вариантов, которые смогут датировать открытые системы.

При использовании единиц времени в геологии рекомендуется международная система сокращенных обозначений с буквой «а» (от лат. annum – год): Ка (Kilo-annum) – 10^3 лет, Ма (Mega-annum) – 10^6 лет, Га (Giga-annum) – 10^9 .

Метод "молекулярных часов" интенсивно развивается с 1960-х годов, однако наиболее широко стал использоваться лишь в последние 5–10 лет. Суть данного метода заключается в том, что генетическая информация из современных организмов (по ДНК и протеиновым последовательностям) позволяет определить степень их родства и вычислить возраст дивергенции форм от общего предка (Hedges, Kumar, 2009). Результатом дивергенции является появление

новых линий организмов, что также может быть датировано. Исходя из этого, строится последовательность дивергенций организмов, приведших, в конечном итоге, к появлению современных форм.

В 2009 г. издан справочник, где учитываются данные по 1610 семействам всех трех надцарств (Hedges, Kumar, 2009). Вот некоторые датировки событий, полученные с помощью метода "молекулярных часов" (Рубан, 2012):

- появление жизни на Земле – 4,4–4,2 Ga;
- первая дивергенция жизни – 4,2 Ga;
- появление эукариотов (Eukaryota) – 2,0 Ga;
- появление грибов (Fungi) – 1368 Ma;
- появление животных (Metazoa) – 1020 Ma;
- появление наземных растений (Embryophyta) – 936 Ma;
- появление моллюсков (Mollusca) – 698 Ma;
- первая дивергенция наземных растений (Embryophyta) – 593 Ma;
- появление покрытосеменных растений – 355 Ma;
- первая дивергенция крокодилов (Crocodylia) – 102,6 Ma;
- появление приматов (Primates) – 86,2 Ma;
- появление гоминид (Hominidae) – 18,8 Ma.

Контрольные вопросы

Геохронометрические методы (общие положения)

Калий-аргоновый и рубидий-стронциевый методы

Свинцовый и радиоуглеродный методы

Метод молекулярных часов (примеры датировок)

Лекция 3. Шкала геологического времени: методика построения. Руководящее корреляционное событие. Диахронность границ

Шкала геологического времени (Геохронометрическая шкала) – последовательный ряд датировок нижних границ общих стратиграфических подразделений, выраженных в годах и вычисленных с помощью изотопных и других методов. По состоянию на февраль 2014 года Шкала геологического времени изображена на рисунке 2.

В опубликованном Международной комиссией по стратиграфии (МКС) варианте Международной стратиграфической шкалы (МСШ) – Шкале геологического времени – 2004 (ШГВ – 2004) (Gradstein et al. 2004) фактически предложены новые (для России) правила проведения ярусных границ в осадочных бассейнах. В понятие «ярус» вложен однозначный хронологический смысл. Его начало определяется конкретной временной датой, которая закреплена «золотым гвоздем» в стратотипе ярусной границы. Прослеживание ярусной границы рекомендуется проводить с применением руководящего корреляционного события (principal correlative event) (рис. 3).

На начало 2013 г. из 100 ярусов получили свои ТГСГ только 64 (Алексеев, 2013). Анализ этих ТГСГ позволяет выделить несколько их типов.

Биостратиграфические. Это наиболее распространенный тип, к нему относятся границы 51 яруса – все в мезозое и почти все в палеозое. Согласно правилам, в качестве маркера должен выбираться вид в единой филогенетической последовательности в конкретном разрезе на том уровне, где наличие переходных форм позволяет установить его истинное первое появление. На практике это требование не всегда удается выполнить. Используются следующие группы: конодонты (17 границ, из них 1 в мезозое), граптолиты (13 границ, все в палеозое), аммоноидеи (10 границ, все в мезозое), фораминиферы (4 границы, по одной в палеозое и мезозое и 2 в кайнозое), трилобиты (3 границы в палеозое), известковый наннопланктон (2 границы в кайнозое), брахиоподы (1 граница в палеозое), двустворчатые моллюски (1 граница в мезозое). Для нижней

границы олигоцена, вопреки правилам, в качестве маркера выбрано не событие первого появления, а исчезновение планктонных фораминифер семейства Nantkeninidae.

Ихнологические. К этому типу принадлежит только одна, но чрезвычайно важная граница – ТГСГ основания фанерозоя, совпадающего с основанием кембрийской системы, её нижнего отдела и фортунского яруса. В качестве маркера этой границы в 1992 г. выбрано первое появление в разрезе на п-ове Ньюфаундленд в Канаде ихнофоссилии *Trichophycus pedum*.

Магнитостратиграфические. Границ, выбранных по смене намагниченности осадочных толщ, всего 7, 6 – в кайнозое и 1 – в мезозое. В частности, таким способом зафиксировано основание гелазского яруса (и, соответственно, четвертичной системы) на уровне в 1 м выше границы магнитозон Гаусс и Матюяма, аквитанского яруса в подошве магнитозоны C6Cn.2n и танетского яруса в подошве магнитозоны C26n. В основании магнитной аномалии M0 проводится граница аптского яруса.

Хеомстратиграфические. Новый тип ТГСГ, который стал выделяться совсем недавно, включает рубежи ярусов, зафиксированные по аномалиям в изотопном составе кислорода и углерода биогенных карбонатов ($\delta^{18}\text{O}$ и $\delta^{13}\text{C}$). Таких ТГСГ пока только три, и все они установлены в кайнозое. Во-первых, это нижняя граница серравальского яруса, во-вторых, ипрского (по негативной аномалии $\delta^{13}\text{C}$ в подошве слоя сапропелита, вызванной выделением громадного количества метана из газогидратов), а также зеландского.

Импактные. К этому типу относится лишь один ТГСГ – основание датского яруса или граница мезозоя и кайнозоя, зафиксированная в Тунисе (разрез Эль-Кеф) по иридиевой аномалии в подошве пограничного глинистого горизонта, имеющего импактную природу. Эту границу можно также считать хемо- и био-стратиграфической.



INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART

www.stratigraphy.org

International Commission on Stratigraphy

v 2014/02

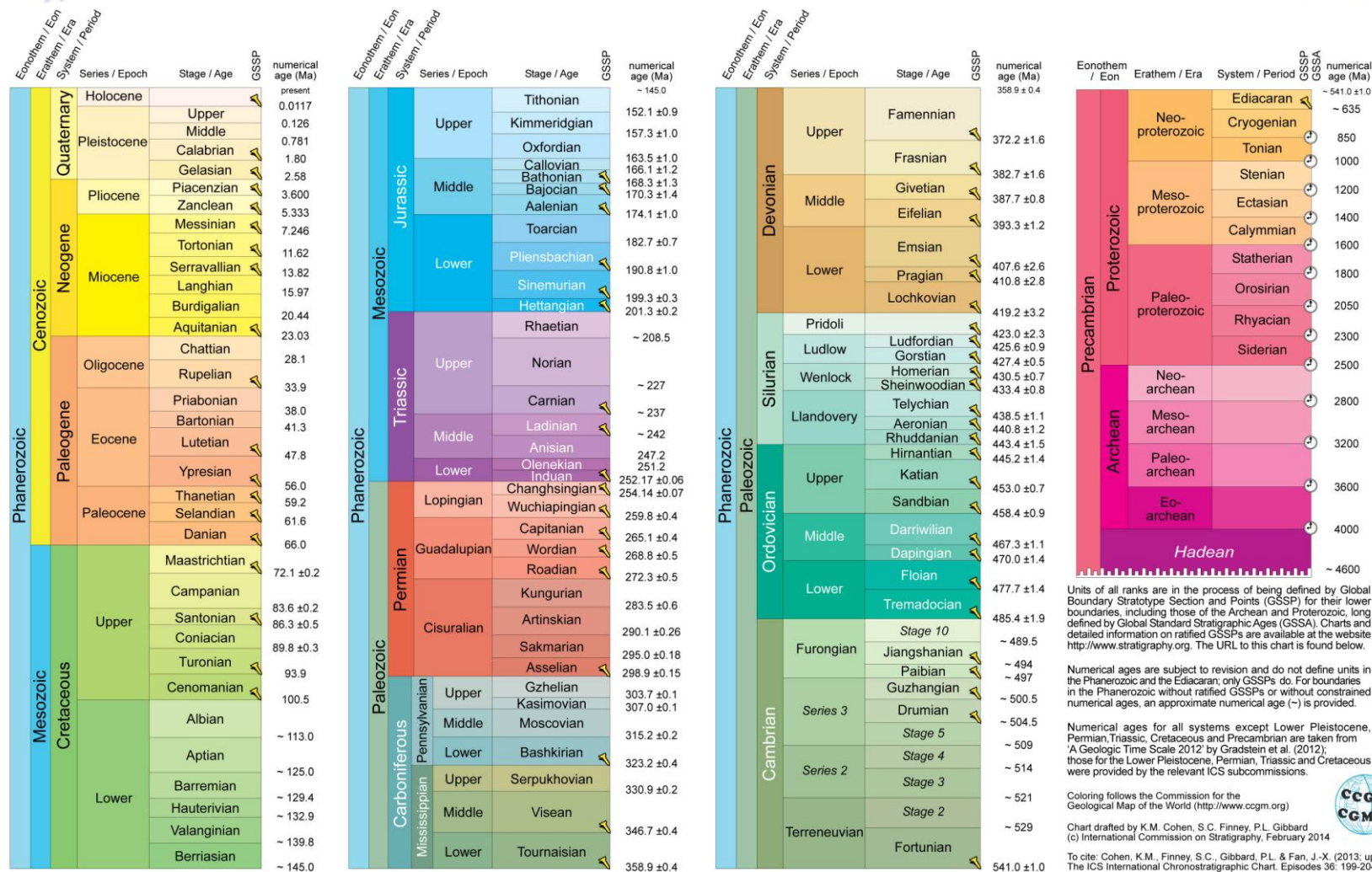


Рис. 2. Международная хроностратиграфическая шкала (2014)

Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP) of the International Commission on Stratigraphy

Stage	Numerical Age (Ma)	GSSP Location	Latitude, Longitude	Boundary Level	Correlation Events	Status	Reference
Phanerozoic Eon							
Cenozoic Era							
Quaternary System							
Holocene Series							
Holocene Stage	0.011784	NorthGRIP ice core, central Greenland	75.1000°N 42.3200°W	1492.45m depth in Borehole NGRIP2	Climatic – End of the Younger Dryas cold spell, which is reflected in a shift in deuterium excess values	Ratified 2008	Episodes 31/2, 2008; <i>J. Quaternary Sci.</i> , Vol. 24 pp. 3–17, 2009
Pleistocene Series							
Upper Stage							
Middle Stage							
Calabrian Stage	1.80	Vrica, Italy	39.0385°N 17.1348°E	base of the marine claystone overlying the sapropelic marker Bed 'e' (Mediterranean Precession Related Sapropel, MPRS 176)	Magnetic – ~15 kyr after end of Olduvai (C2n) normal polarity chron	Ratified 1985 as base of Pleistocene; Ratified 2011 as base of Calabrian	Episodes 8/2, p. 116–120, 1985; Episodes 35/3, p. 388–397, 2012
Neogene System							
Pliocene Series							
Paleocene Series							
Thanetian Stage	59.2	Zumaia section, northern Spain	43.3006°N 2.2594°W	30.5m above the base of Itzurun Formation	Magnetic – Base of Chron C26n	Ratified 2008	Episodes 34/4, p.220–243, 2011

Selandian Stage	61.6	Zumaia section, northern Spain	43.3006°N 2.2594°W	base of the red marls of Itzurun Formation	2nd radiation of the calcareous nannofossil group Fasciculithus and sea-level fall	Ratified 2008	Episodes 34/4, p.220–243, 2011
Danian Stage	66.0	Oued Djerfane, west of El Kef, Tunisia	36.1537°N 8.6486°E	reddish layer at the base of the 50cm thick, dark boundary clay	Iridium geochemical anomaly. Associated with a major extinction horizon (dinosaurs, ammonites, foraminifers, etc.)	Ratified 1991	Episodes 29/4, p. 263– 278, 2006
Mesozoic Era							
Cretaceous System							
Upper Cretaceous Series							
Maastrichtian Stage	72.1±0.2	Tercis les Bains, Landes, France	43.6795°N 1.1133°W	level 115.2 on platform IV of the geological site at Tercis les Bains	Mean of 12 biostratigraphic criteria of equal importance. Closely above is FAD of ammonite <i>Pachydiscus neubergicus</i> . Boreal proxy is FAD of belemnite <i>Belemnella lanceolata</i> .	Ratified 2001	Episodes 24/4, p. 229–238, 2001
Paleozoic Era							
Permian System							
Lopingian Series							
Changhsingian Stage	254.14 ± 0.07	Meishan, Zhejiang Province, China	31.0819°N 119.7064°E	base of Bed 4a – 2,88 cm above the base of the Changxing Limestone at the Meishan D Section	Conodont FAD <i>Clarkina wangi</i>	Ratified 2005	Episodes 29/3, p. 175–182, 2006
Wuchiapingian Stage	259.8 ± 0.4	Penglaitan, Guanxi Province, South China	23.6953°N 109.3211°E	base of Bed 6k in the Penglaitan Section	Conodont FAD <i>Clarkina postbitteri postbitteri</i>	Ratified 2004	Episodes 29/4, p. 253–262, 2006

Guadalupian Series							
Capitanian Stage	265.1 ± 0.4	Nipple Hill, SE Guadalupe Mountains, Texas, U.S.A	31.9091°N 104.7892°W	4.5m above the base of the out- crop section of the Pinery Limes- tone Member of the Bell Canyon Formation	Conodont FAD <i>Jinogondolella post- serrata</i>	Ratified 2001	
Cambrian System							
Furongian Series							
Stage 10	~489.5	candidate sec- tion is Duibian (Zhejiang prov- ince, China)			Trilobite FAD of <i>Lotagnostus americanus</i> . An internal substage divi- sion might be FAD of <i>Codylodus ade- sei</i> conodont		
Jiangshanian Stage	~494	Duibian B sec- tion, Zhejiang province, China	28°48.958'N 118°36.896'E	28.2 m in Dui- bian B section	FAD of agnostid trilo- bite <i>Agnostotes orienta- lis</i> and the FO of polymerid trilobite <i>Irvingella angusti- limbata</i>	Ratified 2011	Episodes 35/4, p.462–477, 2012
Paibian Stage	~497	Wuling Moun- tains, Huayuan County, NW Hunan Prov- ince, China	28.3895°N 109.5257°E	at 396 m in the Huaqiao Forma- tion	Trilobite FAD <i>Glyptagnostus reticu- latus</i>	Ratified 2003	Lethaia 37, p. 365– 379, 2004
Series 3							
Guzhangian Stage	~500.5	Louyixi, Guz- hang County, NW Hunan Province, S. China	28.7200°N 109.9647°E	121.3 m above the base of the Huaqiao Forma- tion	Trilobite FAD <i>Lejopyge laevigata</i>	Ratified 2008	Episodes 32/1, p.41–55, 2009

Precambrian							
Proterozoic Eon							
Neoproterozoic Era							
Ediacaran System	~635	Enorama Creek, Flinders Ranges, South Australia	31.3314°S 138.6334°E	base of the Marinoan cap carbonate	(1) rapid decay of Marinoan ice sheets and onset of distinct cap carbonates throughout the world, and (2) the beginning of a distinctive pattern of secular changes in carbon isotopes.	Ratified 1990	Lethaia 39, p.13–30, 2006
Cryogenian System	850	Defined chronometrically; but will be replaced by GSSP. First glacial episode occurred after 750 Ma				Ratified 1990	Episodes 14/2,1991
Tonian System	1000	Defined chronometrically				Ratified 1990	Episodes 14/2,1991

Рис. 3. Фрагменты последовательностей ярусов и ТГСТ (“золотых гвоздей”), ратифицированных МКС

Климатические. К рубежам, на которых фиксируются резкие климатические сдвиги, относятся ТГСГ двух наиболее молодых подразделений – голоценового отдела (начало последнего потепления, фиксируемого по сдвигу в содержании дейтерия в керне льда скважины, пробуренной в Гренландии на уровне 11784 ± 99 лет и следующего за ним по удревнению возраста верхнего плейстоценового (тарантского?) яруса на уровне морской изотопной подстадии 5e, тоже в керне скважины, пробуренной в терминале города Амстердам.

Таким образом, биостратиграфические ТГСГ доминируют в палеозое и мезозое, причем в основу положены группы с пелагическим образом жизни, в единичных случаях используется бентос. Так, ТГСГ всех ярусов девона, за исключением самого нижнего лохковского яруса, основаны на конодонтах, а ТГСГ ярусов силура выбраны по граптолитам (также за исключением одного). В кайнозое преобладают маркеры физической природы, тогда как биостратиграфические занимают резко подчиненное положение. Будет ли тенденция замены биостратиграфических границ на физические распространяться на мезозой, для которого утверждены лишь 40% границ, пока не ясно.

Руководящие корреляционные биособытия увязаны в основном с первым появлением таксона (FAD – First Appearance Datum), реже – с последним появлением таксона (LAD Last Appearance Datum).

Несмотря на то, что ярусные границы провозглашены МКС изохронными, при их прослеживании на основе рекомендованного корреляционного события синхронными они быть не могут в силу диахронности самих событий (Основы стратиграфии, 2010) .

На этот неоспоримый факт исследователи обращают внимание уже около 140 лет. Диахронность биозональных и литологических границ впервые была установлена Н.А. Головкинским, который на примере пермской формации Центральной части Волжско-Камского бассейна открыл чечевицеобразное строение лито- и биостратиграфических горизонтов, формирование которых он связывал с миграцией береговой линии. Говоря современным

языком, «чечевицы» Головкинского явились «прасеквенциями» или «практиноформами», а их автор – родоначальником хроностратиграфической концепции.

Н.А. Головкинский отмечал: «... с каждым новым исследованием открывались новые факты, обнаруживающие неправильность учения об одновременном существовании и одновременном исчезновении повсеместных фаун. Понятие о медленном изменении органического населения и о фациях постепенно вырабатывалось и теперь едва ли какой-нибудь геолог..., будет отвергать для различных местностей разновременное существование одинаковых форм и одновременность различных» (рис. 4).

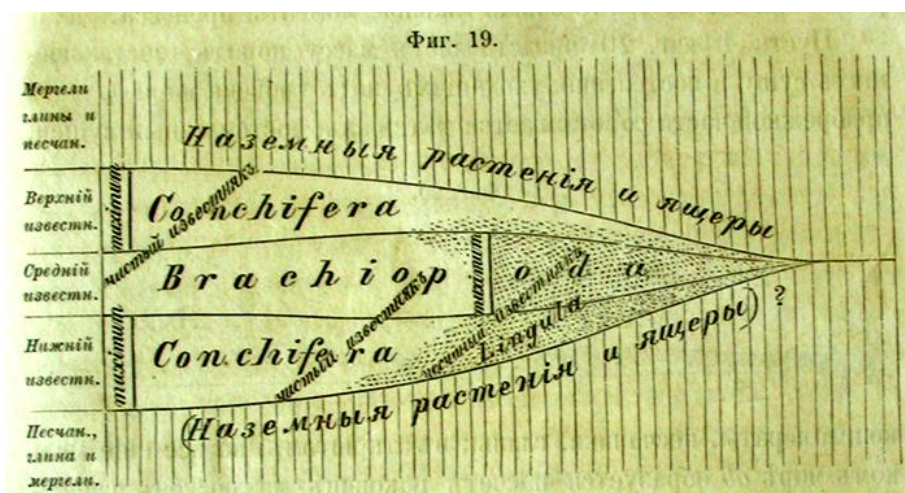


Рис. 4. Рисунок из книги Н.А.Головкинского «О пермской формации Центральной части Волжско-Камского бассейна» (1868), на котором показана диахронность биостратиграфических границ.

Руководящее корреляционное событие, как и любое событие в геологической истории, имело некоторую скорость распространения. И чем она меньше, тем больше будет отклонена прослеживаемая граница от виртуальной изохронной линии. Учитывая, что разные фаунистические группы в разные геологические эпохи осваивали морские бассейны и исчезали из них с разной скоростью, границы, проведенные на основе прослеживания биосо-

бытий, будут в различной степени диахронными. Ниже будет показано, как можно выявить диахронность нижних границ лито- и биостратонов, используя признак «наибольшего веса» (принцип Мейена), за который принято событие с наибольшей скоростью распространения.

Подошвы всех лито- и биостратонов испытывают **возрастное скольжение** в большей или меньшей степени. Если для определения временного промежутка, в течение которого начинал формироваться лито- или биостратон, использовать несколько последовательностей событий, одна из которых будет представлять собой смену более скоростных событий, возрастное скольжение основания данного стратона проявится отчетливо. Следовательно, историко-геологические этапы, в течение которых происходит формирование лито- или биостратонов, в той или иной степени пересекаются во времени. Ярким примером правомерности данного вывода, актуализованного в историю общественного развития, является начало и конец любой исторической эпохи, которые часто носят затяжной характер. В момент начала очередной эпохи продолжают происходить события из предшествующих этапов, а при ее окончании часто присутствуют признаки, характерные для последующих эпох. Хотя, как известно, нередки случаи и резкой (революционной) смены этапов общественного развития. Если применить принцип аналогии к геологическим этапам, то, действительно, станет возможным одновременное существование видов организмов, по последовательной смене которых построено сейчас большинство зональных шкал. Следовательно, для проведения глобальной границы, максимально приближенной к изохронной линии, требуется выбрать самое высокоскоростное событие из всех доступных для регистрации и проследить его в как можно большем числе разрезов.

Именно по причине возможного пересечения во времени смежных историко-геологических этапов в новом варианте МСШ (ШГВ – 2004) осуществлен переход к шкале физического времени, в которой понятие «ярус» нельзя истолковать по-разному (Зорина, 2012).

Контрольные вопросы

Шкала геологического времени: методика построения и основные проблемы, решаемые МКС

Биостратиграфические и ихнологические руководящие корреляционные события (определения, примеры)

Магнито- и хемотратиграфические руководящие корреляционные события (определения, примеры)

Импактные и климатические руководящие корреляционные события (определения, примеры)

Доминирование определенных видов руководящих корреляционных событий в системах палеозое, мезозое и кайнозое.

Диахронность границ

Лекция 4. «Золотые гвозди» и проблемы Международной стратиграфической шкалы

«Золотым гвоздем» отмечают нижнюю границу яруса, это символическая маркировка ТГСГ (GSSP). Отмеченный таким образом разрез получает статус глобального стратотипа границы, что не только превращает его в объект геологического наследия, но и привлекает туристов. Между странами идет соревнование за право забить как можно больше "золотых гвоздей" на своей территории. Один из крупнейших, если можно так выразиться, "золотых гвоздей" удалось получить Китаю, где проходит официально признанная граница между не только ярусами и периодами, но и между эрами – Палеозойской и Мезозойской. В тех местах организован огромный туристический и научно-исследовательский комплекс.

Решение о ратификации ТГСГ, как правило, принимается на уровне рабочей группы по тому или иному подразделению или границе, потом утверждается Международной комиссией по стратиграфии и Международным союзом геологических наук.

Пример ТГСГ – «золотой гвоздь» в основании датского яруса. Нижняя граница дания и кайнозойской системы проведена в красноватом глинистом слое, в основании 50-см прослоя темных пограничных глин в 7 км к западу от г.Эль-Кеф на севере Туниса (Рис. 5).

В пограничном 50-см слое темных глин выявлены аномальные концентрации иридия (рис. 6). Установлено, что на рубеже маастрихта-дания вымирают большинство сообществ планктонных фораминифер. В датских слоях обнаружены новые комплексы фораминифер.

В первых сантиметрах выше границы установлено первое появление (FAD) вида планктонных фораминифер *Globocornuella conusa*.

На границе маастрихта-дания обнаружена отрицательная аномалия изотопа $\delta^{13}\text{C}$.



Рис. 5. Местоположение точки глобального стратотипа границы датского яруса в Тунисе

Base of the Danian Stage of the Paleogene System at El Kef, Tunisia

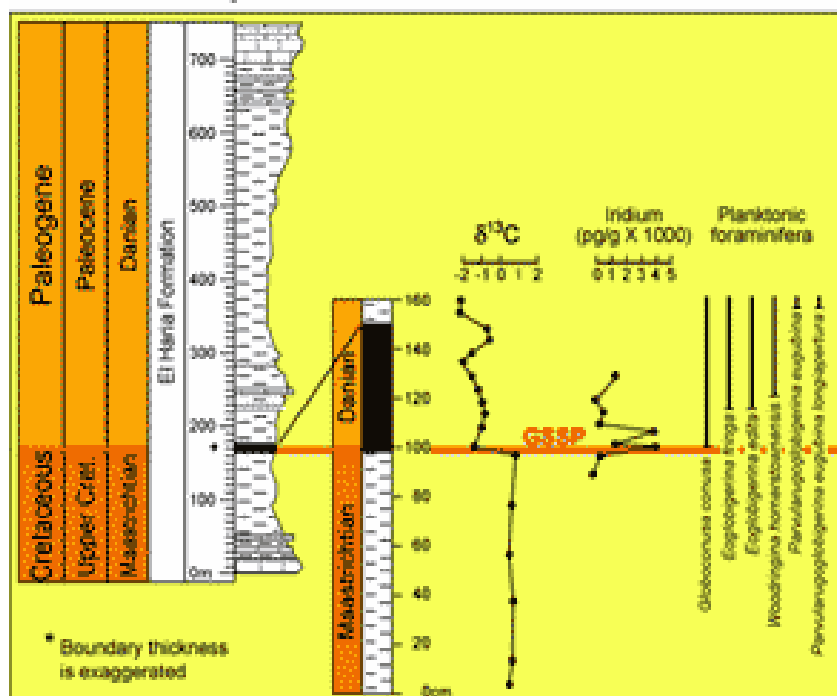


Рис. 6. Строение маастрихт-датского разреза у г.Эль-Кеф и маркеры границы.

В большинстве случаев ключевые события, по которым определяются ТГСГ – биостратиграфические, то есть они характеризуются сменой комплексов окаменелостей, но иногда на первый план выходят климатические, геохимические или палеомагнитные маркеры.

При наличии нескольких разрезов, претендующих на статус ТГСГ, стараются выбрать наиболее соответствующий следующим **требованиям к разрезам:**

- 1) адекватная мощность разреза и темпы седиментации;
- 2) формирование отложений в условиях непрерывной седиментации;
- 3) отсутствие синседиментационных и тектонических нарушений;
- 4) отсутствие метаморфизма и существенных диагенетических изменений отложений;
- 5) обилие и разнообразие окаменелостей по всему интервалу разреза;
- 6) отсутствие фациальных изменений вблизи границы;
- 7) морской генезис;
- 8) пригодность разреза для проведения магнито- и хеостратиграфических исследований и радиоизотопного датирования;
- 9) доступность: стратотипы должны быть доступны для всех тех, кто заинтересован в их изучении, должна иметься гарантия их длительной сохранности.

Общая стратиграфическая шкала пермской системы России

В современной версии ШГВ принято трехчленное деление пермской системы на отделы: приуральский, гваделупский и лопинский (рис. 7). В нижнем, приуральском, отделе сохранены традиционные российские ярусы – ассельский, сакмарский, артинский и кунгурский. Объём кунгурского яруса изменен за счет включения в его состав уфимского яруса или его части. Расчленение гваделупского отдела основано на региональных подразделениях Северной Америки, лопинского отдела - на ярусах, выделенных в разрезах Южного Китая. Их границы также определены первыми появлениями (ПП) конодонтов в единых филогенетических линиях (Котляр и др., 2013).

ISC, 2004			Age (Ma)	Conodont Standard	ОСШ, 2006			Зональный стандарт по конодонтам и неморским остракодам
System	Series	Stage			Отдел	Ярус	Подъяр.	
PERMIAN	Lopingian	Changhsing *	252.2	Clarkina zhejiangensis Clarkina meishanensis Clarkina yini Clarkina postwangi Clarkina chingxingensis Clarkina subcarinata Clarkina wangi	Татарский	Вятский	Верхний	Suchonellina perelubica - - Suchonella rykovi - - Suchonella posttypica
		Wuchiapingian *	254.1	C. longicuspidata / C. orientalis Clarkina transcaucasica Clarkina guangyuanensis Clarkina leveni Clarkina asymmetrica Clarkina dukouensis Clark. postbitteri postbitteri			Нижний	Wjatcellina fragiloides - - Suchonella typica
		Capitanian *	259.8	C. postbitteri hongshuiensis Jinogondolella granti Jinogondolella xuanhanensis Jinogondolella altudaensis Jinogondolella shannoni Jinogondolella postserrata		Северодвинский	Верх.	Suchonellina inornata - - Prasuchonella stelmachovi
		Wordian *	265.1	Jinogondolella aserrata			Ниж.	Suchonellina inornata - - Prasuchonella nasalis
		Roadian *	268.8	Jinogondolella nankingensis	Биармийский	Уржумский	Верх.	Paleodarwinula fragiliformis - - Prasuchonella nasalis
	Guadalupian							Kamagnathus volgensis
					Казанский		Ниж.	Kamagnathus khalimbazhae
	Cisuralian	Kungurian	272.3	Mesogondolella lamberti Neostreptogn. sulcopicatus Mesogondolella idahoensis Neostreptognathodus prayi Neostreptognathodus pnevi	Приуральский	Уфимский		Neostreptogn. imperfectus Neostreptognath. clinei Neostreptognathodus pnevi
			283.5	Neostreptognathodus pequopensis		Артинский		Neostreptognathodus pequopensis
				Sweetognathus whitei				Sweetognathus whitei
		Artinskian	290.1	Sweetognathus anceps		Сакмарский		Sweetognathus anceps
				Sweetognathus binodosus Sw. merrilli / Mesogondolella uralensis				Sweetognathus binodosus Sw. merrilli / Mesogondolella uralensis
		Asselian *	295.0	Str. postfusus / Str. barskovi Streptognath. constrictus Streptognath. sigmoidalis Streptognath. cristellaris Streptognathodus isolatus		Ассельский		Str. postfusus / Str. barskovi Streptognath. constrictus Streptognath. sigmoidalis Streptognath. cristellaris Streptognathodus isolatus
			298.9					

Рис. 7. Международная стратиграфическая шкала пермской системы, Общая стратиграфическая шкала России и основные корреляционные уровни (Котляр и др., 2013)

В нижнем отделе перми в МСШ использованы традиционные нижнепермские ярусы Южного Урала. Стратотип нижней границы пермской системы был одним из первых, утвержденных в МСШ. Точка глобального стратотипа нижней границы пермской системы, соответствующая основанию ассельского яруса, установлена в разрезе Айдаралаш на Южном Урале в Северном Казахстане. Граница маркируется первым появлением космополитного вида конодонтов *Streptognathodus isolatus*. Поскольку стратотип нижней границы перми и ассельского яруса оказался за пределами России, в настоящее время в качестве парастратотипа этой границы предлагается разрез Усолка, расположенный у курорта Красноусольский.

Кандидатом на ТГСГ сакмарского яруса был выбран разрез Кондуровка, расположенный на правобережье р. Сакмары. Граница яруса установлена внутри карамурунской свиты и определялась появлением космополитного вида конодонтов *Sweetognathus merrilli*. В настоящее время в связи с необходимостью получения радиометрических датировок границы и полученными новыми данными, ситуация с ратификацией границы сакмарского яруса изменилась. Вместо разреза Кондуровка в качестве кандидата на ТГСГ сакмарского яруса утвержден разрез Усолка с дополнительным маркером в линии развития рода *Mesogondolella*, *M. uralensis*, поскольку принятый ранее основной маркер *Sw. merrilli* был встречен в Боливии в ассельском ярусе. Основной же причиной выбора нового разреза послужило отсутствие туфовых прослоев в разрезе Кондуровка, что исключало возможность получения дополнительных геохронологических данных.

В качестве кандидата на роль ТГСГ нижней границы артинского яруса утвержден разрез Дальний Тюлькас, расположенный в 3 км от г. Красноусольский в республике Башкортостан. Пограничный интервал представлен отложениями курортной свиты стерлитамакского горизонта сакмарского яруса и тюлькасской свитой артинского яруса. Граница яруса определяется уровнем появления космополитной формы конодонта *Sw. whitei*.

В качестве кандидата на ТГСГ границы кунгурского яруса был предложен разрез в горах Пекоп (Pequop) штата Невада, США, при этом выбранный ранее маркер границы – конодонт *Neostreptognathodus pnevi* – остался неизменным. Одновременно был детально изучен новый разрез в Мечетлино, в котором получена исчерпывающе полная конодонтовая характеристика.

Дополнительными маркерами обоснования нижних границ ярусов, помимо биостратиграфических, явились изотопные датировки границ по осадочным цирконам в стратотипах ярусов, строго привязанные к конодонтовой зональности. Первое надежное датирование нижней границы пермской системы в переходных слоях гжельского-ассельского ярусов было проведено высокоточным ID-TIMS U-Pb цирконовым методом в парастратотипическом разрезе р. Усолка на Южном Урале. Радиометрический возраст был получен по пепловым прослоям в биостратиграфически дефинированных (в конодонтовой последовательности) породах пограничного каменноугольно-пермского интервала. Датирована граница перми и, соответственно, ассельского яруса цифрой $298.90 \pm 0.31/-0.15$ млн лет. Позднее аналогичным методом было проведено датирование сакмарско-артинского интервала в разрезе Усолка. В результате датированы границы сакмарского и артинского ярусов. Изотопные датировки нижней границы артинского яруса были получены также в разрезе Дальний Тюлькас, который является кандидатом для установления GSSP. Полученные датировки получили статус глобальных и были включены в МСШ в 2012 г. В самое последнее время появились новые данные, опубликованные Международной подкомиссией по пермской стратиграфии, изменившие рассчитанную ранее датировку нижней границы кунгурского яруса с 279.3 на 283.5 млн лет.

В ОСШ к нижнему отделу отнесен уфимский ярус, но вопрос о его валидности остается дискуссионным. В последнее время большинство стратиграфов склоняется к мнению о необходимости причленения соликамского горизонта к кунгурскому ярусу, что подтверждается находка-

ми в морских аналогах соликамского горизонта на Приполярном Урале и на Северо-Востоке кунгурского комплекса фауны, в том числе аммоидей рода *Epijuresanites*. Отложения, условно относимые к уфимскому ярусу, в северо-восточных регионах России рассматриваются в составе единых региональных подразделений. Особенно наглядно отсутствие уфимского яруса демонстрируется в разрезах Свердрупского бассейна Канадского Арктического архипелага, где в пограничном кунгурско-роудском интервале отмечена аналогичная с российскими разрезами смена аммоноидных комплексов, сопровождаемых зональными видами кунгурско-роудских конодонтов.

Средняя пермь ОСШ, выделенная в биармийский отдел, разделена на казанский и уржумский ярусы, а верхняя пермь ОСШ представлена татарским отделом, который состоит из северодвинского и вятского ярусов. Нижние границы ярусов среднего и верхнего отделов, начиная с уржумского, маркируются первыми появлениями видов неморских остракод в непрерывных филогенетических линиях. Границы среднего и верхнего отделов в ОСШ и МСШ не совпадают, и в ОСШ она проходит на один ярус ниже.

Нижняя граница казанского яруса и, соответственно, биармийского отдела условно определена появлением конодонта *Kamagnathus khalimbadzha*, встреченного в байтуганских слоях. Однако в страторегионе нижняя граница яруса не может быть обоснована, поскольку он подстилается континентальными красноцветами, и не исключено, что она проходит существенно ниже. Более уверенно эта граница определяется в морских северо-восточных разрезах (разрез р. Барайа, Западного Верхоянья) и особенно на Канадском Арктическом архипелаге, где в переходном кунгурско-казанском (роудском) интервале смена идентичных комплексов аммоноидей сопровождается совместными находками зональных видов конодонтов. Казанский ярус традиционно подразделяется на два подъяруса. Подъярусная граница проведена в основании приказанских слоев разреза Печищи (Татарстан). Граница является фациальной и биостратиграфически не обоснована.

Даже в пределах Восточно-Европейского региона она прослеживается с большим трудом и в разных разрезах проводится на разных стратиграфических уровнях.

Нижняя граница уржумского яруса обозначена в основании остракодовой зоны *Paleodarwinula fragiliformis* - *Prasuchonella nasalis*. Значительных биотических изменений в окрестностях данной границы не наблюдается. Дополнительные палеомагнитные и геохимические маркеры этой границы отсутствуют или не выявлены. В настоящее время это одна из самых нечётких ярусных границ в ОСШ пермской системы.

Принятая граница среднего и верхнего отделов в основании северодвинского яруса (основание остракодовой зоны *Suchonellina inornata* – *Prasuchonella nasalis*), как предполагалось, отражает крупнейшее биотическое событие, наиболее контрастно проявленное в развитии наземных групп фауны и флоры Восточно-Европейского бассейна. В действительности же, на этой границе происходит только кардинальная перестройка в фауне остракод – крупнейшая в пермском периоде. Существенное обновление комплексов двустворчатых моллюсков, рыб и четвероногих позвоночных происходит значительно позже, в середине позднесеверодвинского времени. На каком стратиграфическом уровне происходит обновление других групп беспозвоночных, а также растений, точно не ясно. Уржумско-северодвинскому биотическому событию непосредственно предшествовало палеомагнитное событие Киама/Иллаварра, граница которого является хроностратиграфическим уровнем планетарного масштаба.

Северодвинский ярус подразделен на два подъяруса. Подъярусная граница зафиксирована в основании остракодовой зоны *Suchonellina inornata* - *Prasuchonella stelmachovi*. Дополнительным маркером является граница палеомагнитных зон N1P и R2P, которая располагается несколько выше подъярусной границы.

Нижняя граница вятского яруса обозначена в основании остракодовой зоны *Wjatkellina fragilina* - *Dvinella cyrta*. Дополнительный маркер - граница

палеомагнитных зон R2P и N2P, располагающаяся несколько ниже ярусной границы. Палеомагнитному событию предшествовало позднесеверодвинское биотическое событие, проявившиеся в существенном обновлении комплексов рыб и двустворчатых моллюсков, вымирании диноцефаловой фауны тетрапод и вселении из Гондваны тетрапод териодонтовой фауны.

Вятский ярус подразделяется на два подъяруса. Граница проведена в основании остракодовой зоны *Wjatkellina fragiloides* - *Suchonella typica*. Дополнительный маркер – граница палеомагнитных зон N2P и R3P, располагающаяся несколько выше подъярусной границы.

Резко выраженная фациальная дифференциация пермских отложений затрудняет создание зональных стандартов по ортостратиграфическим группам фауны. Наиболее обоснованы зональные последовательности по конодонтам для приуральского отдела, разработанные на глубоководных разрезах Южного Урала. Для средне-верхнепермских отложений в пределах европейской части России широко применяются зональные последовательности по неморским остракодам, тетраподам, ихтиофауне и двустворчатым моллюскам. На северо-востоке России наибольшее значение имеют апробированные зональные последовательности по брахиоподам, двустворчатым моллюскам и фораминиферам, многие из которых прослеживаются вплоть до Новой Земли.

Границы ярусных подразделений практически всех отделов ОСШ, за исключением казанского, за пределами страторегиона устанавливаются условно или не распознаются вовсе. Ярусы приуральского отдела на Северо-Востоке России без обоснования границ условно определены по отдельным, нередко единичным находкам аммоноидей.

Ярусы верхнего отдела, установленные в континентальных отложениях, за пределами Урала используются формально.

Корреляция ОСШ с МСШ вызывает определенные трудности для ряда стратиграфических интервалов. В настоящее время доказано примерное соответствие по объёму казанского и роудского ярусов. На разрезах Восточно-Европейской платформы разработана и широко используется детальная

магнитостратиграфическая шкала перми, при этом наибольшее значение имеет граница гиперзон Киама/Иллаварра, которая является глобальным корреляционным уровнем.

Контрольные вопросы

«Золотые гвозди»

Пример ТГСГ, ее характеристика

Требования к стратотипам границ

Общая стратиграфическая шкала перми России

Библиографический список

Алексеев А.С. Современное состояние Международной стратиграфической шкалы: положительные и отрицательные последствия для Общей стратиграфической шкалы России // Общая стратиграфическая шкала России: состояние и перспективы обустройства. Всеросс. Конф. Москва, 23-25 мая 2013 г. Сборник Статей / М.А.Федонкин (отв. ред.). Москва: ГИН РАН, 2013. С. 9-13.

Головкинский Н.А. О пермской формации в центральной части Камско-Волжского бассейна. Сп.-б.: Тип. Импер. Акад. Наук, 1868.

Котляр Г.В., Голубев В.К., Силантьев В.В. Общая стратиграфическая шкала пермской системы: современное состояние // Общая стратиграфическая шкала России: состояние и перспективы обустройства. Всеросс. Конф. Москва, 23-25 мая 2013 г. Сборник Статей / М.А.Федонкин (отв. ред.). Москва: ГИН РАН, 2013. С. 187-195.

Основы стратиграфии: лекции. Часть 1. Учебно-метод. пособие / сост. В.В. Силантьев, С.О. Зорина. Казань, 2010. 44 с.

Основы стратиграфии: лекции. Часть 2. Учебно-метод. пособие / сост. В.В. Силантьев, С.О. Зорина. Казань, 2010. 68 с.

Прозоровский В.А. Общая стратиграфия. 2-е изд. М., 2010. 208 с.

Степанов Д.Л., Месежников М.С. Общая стратиграфия (Принципы и методы стратиграфических исследований). Л., 1979. 423 с.

Стратиграфический кодекс. Изд. 3-е, дополненное. СПб, 2006, 96 с.

ЧАСТЬ 2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Задание 1-2. Составить реферат и сделать доклад на семинаре

Темы рефератов

1. Принцип актуализма (принцип Лайеля), принцип неполноты стратиграфической и палеонтологической летописи (принцип Дарвина) и принцип необратимости геологической и биологической эволюции (принцип Долло)

2. Принцип последовательности образования геологических тел (принцип Стенона), принцип гомотаксальности (принцип Гексли), Принцип разновозрастности граничных поверхностей осадочных геологических тел (закон Головкинского)

3. Принцип хронологической взаимозаменяемости стратиграфических признаков (Мейена), принцип объективной реальности и неповторимости стратиграфических подразделений (Халфина – Степанова)

4. Современное состояние Шкалы геологического времени. Обзор утвержденных стратотипов границ.

5. Обзор утвержденных стратотипов ярусных границ кембрия, ордовика, силура

6. Обзор утвержденных стратотипов ярусных границ карбона, перми

7. Обзор утвержденных стратотипов ярусных границ триаса, юры, мела

8. Обзор утвержденных стратотипов ярусных границ палеогена, неогена

9. Стратотип маастрихтского яруса во Франции

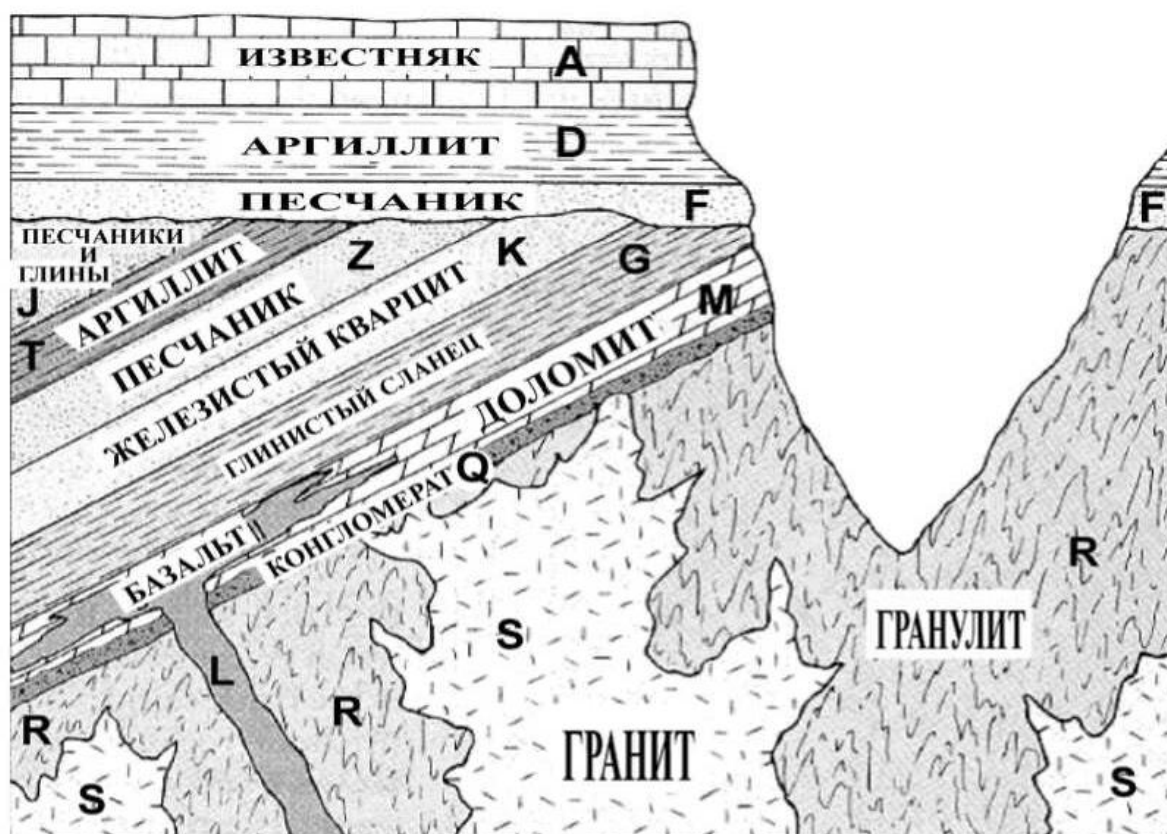
10.О «золотых гвоздях» Китая

11.О перспективах утверждения стратотипов ярусных границ в России

Задание № 3

Фамилия И.О. _____ группа № _____ Дата _____

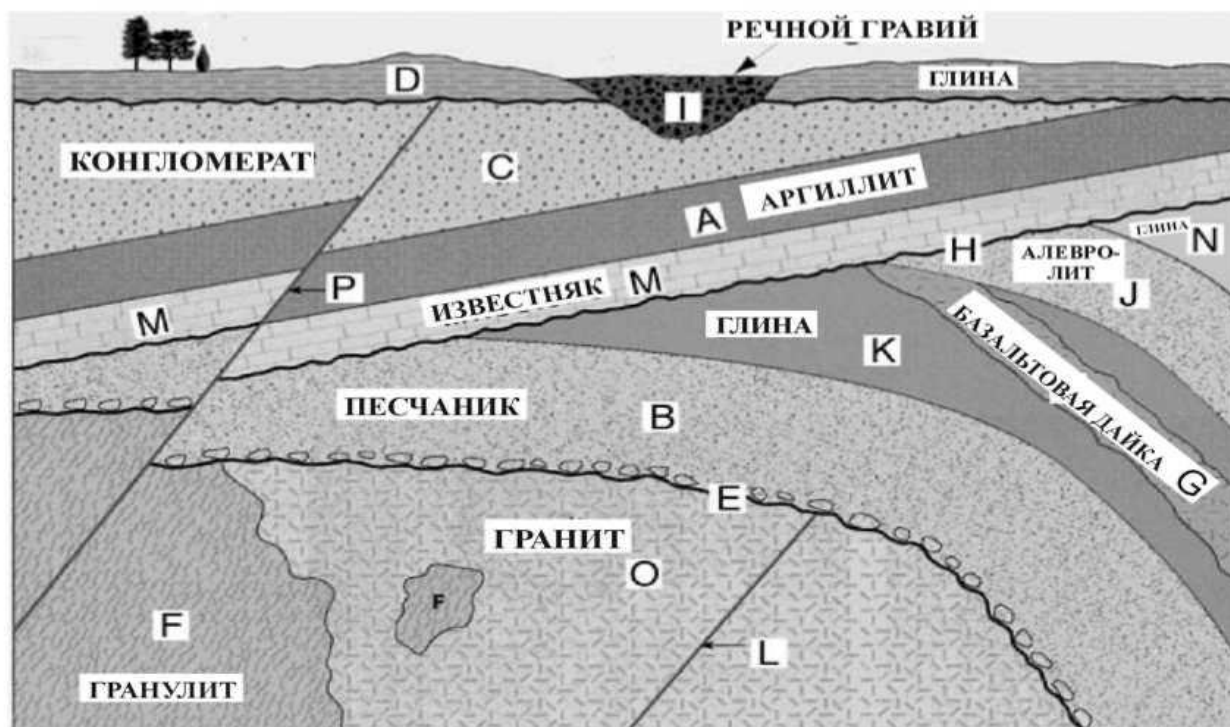
Определить последовательность геологических событий и дать их краткое описание



Задание 4:

Фамилия И.О. _____ группа № _____ Дата _____

Определить последовательность геологических событий и дать их краткое описание



Задание 5:

Фамилия И.О. _____ группа № _____ Дата _____

На сайте Международной комиссии по стратиграфии www.stratigraphy.org в разделе **GSSP`s** откроется таблица «GSSP Table». Скачайте и/или распечатайте pdf-файл таблицы.

По этой таблице, определите, какое руководящее корреляционное событие (correlation event) должно использоваться при проведении ярусной границы сантона, байоса, ладина, ворда.

Задание 6:

Фамилия И.О. _____ группа № _____ Дата _____

Используя Интернет-источники, составьте краткое описание ТГСГ (местоположение, основные авторы изучения, руководящее корреляционное событие, возможность прослеживания глобально и на территории РФ)

Задание 7:

Фамилия И.О. _____ группа № _____ Дата _____

По таблице «GSSP Table» определите, какое руководящее корреляционное событие (correlation event) должно использоваться при проведении ярусной границы зеландия, маастрихта, капитания, эдиакария.

Задание 8:

Фамилия И.О. _____ группа № _____ Дата _____

С сайта Международной комиссии по стратиграфии www.stratigraphy.org из раздела **Chart/Time Scale** скачайте pdf-файл последней версии (last version) Шкалы геологического времени. Определите, для ка-

ких каменноугольных, триасовых и юрских ярусов закреплены точки глобальных стратотипов границ и укажите физическую величину, положенную в основу установления этих ярусных границ. Укажите местоположение стратотипов каменноугольных ярусов.

Задание 9:

Фамилия И.О. _____ группа № _____ Дата _____

Определите, для каких ордовикских, пермских и палеогеновых ярусов закреплены точки глобальных стратотипов границ и укажите физическую величину, положенную в основу установления этих ярусных границ. Укажите местоположение стратотипов пермских ярусов.

Задание 10:

Фамилия И.О. _____ группа № _____ Дата _____

Определите, для каких кембрийских, меловых и неогеновых ярусов закреплены точки глобальных стратотипов границ и укажите физическую величину, положенную в основу установления этих ярусных границ. Укажите местоположение стратотипов пермских ярусов.

Вопросы для подготовки к контрольной работе

Принцип хронометрии
Принцип Стенона
Закон Головкинского
Хроностратиграфические подразделения
Геохронометрические методы
Шкала геологического времени
Стратотип стратиграфической границы
Точка глобального стратотипа границы
Требования к стратотипам

Вопросы к зачету

Время в стратиграфии: принцип хронометрии, взаимоотношение принципов Стенона и Головкинского
Определения и виды хроностратиграфических подразделений по Международному стратиграфическому справочнику
Основное рабочее подразделение хроностратиграфии
Определения хроностратиграфических терминов по Стратиграфическому Кодексу - 2006
Геохронометрические методы (общие положения)
Калий-аргоновый и рубидий-стронциевый методы
Свинцовый и радиоуглеродный методы
Метод молекулярных часов (примеры датировок)
Шкала геологического времени: методика построения
Руководящее корреляционное событие (определение, виды, примеры)
Диахронность границ
«Золотые гвозди»
Пример ТГСГ, ее характеристика
Требования к стратотипам границ
Общая стратиграфическая шкала перми России